

基于LabWindows/CVI和VISA库的网络分析仪程控测量方法

史延春 梁军

(1. 哈尔滨无线电通信技术开发公司; 2. 哈尔滨工业大学自动化测试与控制系)

摘要: 本文介绍利用Lab Windows/CVI及VISA库函数对网络分析仪进行程控测量的方法。

关键词: Lab Windows/CVI VISA库 网络分析仪 GPIB

中图分类号: Tj768.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-0534(2007)09(b)-0023-02

1 引言

随着电子技术的发展,仪器的程控测量显得日益重要。在Lab Windows/CVI开发环境下,调用VISA库函数开发程控仪器的测试应用程序,将使编程工作显得快速有效,并可提高测试应用程序的通用性。本文通过对HP8720ET网络分析仪进行的程控测量,介绍这一方法。

2 网络分析仪简介

网络分析仪主要由四个部分组成:激励源、信号分离装置、提供信号检测的幅相接收机以及用于计算和观察结果的处理器或显示器。

网络分析仪是精确测量网络S参数的专用仪器。下面以HP8720ET网络分析仪为例,简要介绍S参数测试装置和测试过程。HP8720ET网络分析仪的S参数测试装置简化框图如图1所示。

激励源的人射波经过功率分配器分为两路信号,一路信号为参考信号R,输入幅相接收机,另一路信号经过开关K₁或K₂加于待测件后形成反射信号A或传输信号B,输入幅相接收机。幅相接收机对输入的参考信号R和反射信号A(或传输信号B)先进行混频,然后在低频下进行幅度比较和相位比较,结果在显示器上示出。其中,当开关K₁置于2且开关K₂置于3时,测得S₁₁和S₂₁;当开关K₁置于1且开关K₂置于2时,测得S₂₂和S₁₂。

HP8720ET网络分析仪是由美国惠普公司生产的高性能的矢量网络分析仪。其S参数测试设备覆盖频率范围从50MHz到20GHz,动态范围高达104dB。用户可以选择显示任何反射和传输系数的组合,例如放大、相位、群延迟、史密斯图、极坐标图、SWR或时域变换。其部分技术指标:频率范围为0.05到20GHz,频率分辨力为1Hz,频率准确度为±10ppm(23℃±3℃),功率范围为-10到+10dBm,功率分辨力为0.01dB,扫描范围为

20dB,最大输入电平为+10dBm(反射口)、+5dBm(传输口)。

3 Lab Windows/CVI和VISA简介

Lab Windows/CVI是一个由美国National Instruments(NI)公司开发的、利用C语言编写程序代码的交互式C语言开发平台。它将功能强大、使用灵活的C语言平台与用于数据采集分析和显示的测控专业工具有机地结合起来。它的集成开发平台、交互式编程方法、功能面板和丰富的库函数为熟悉C语言的开发人员提供了建立自动测试系统的一个理想的软件开发环境。Lab Windows/CVI是自动测试系统软件开发的首选平台,目前在我国已得到较为广泛的应用。

虚拟仪器软件结构VISA(virtual instrument software architecture)是VXI即插即用联盟规定的标准软件接口。作为通用I/O标准,VISA具有与硬件接口无关的特性。VISA I/O库为多家建立了一个统一的仪器软件基础,使用VISA的测试程序可以在所有厂家的VISA接口上运行,而不用重新编写程序。VISA支持许多硬件通信接口,如GPIB接口、MXI总线接口、嵌入式计算机接口等。对于这些接口,VISA函数的调用都是一样的,因此换用不同的硬件接口进行通信时,测试程序不用重新编写。概括地说:VISA是面向器件功能而不是面向接口总线的。

4 程控实例

4.1 测试系统的连接

利用GPIB总线将HP8720ET网络分析仪、主控微机连接成一个自动测试系统,测量HP 33340c 40-dB衰减器的传输参量S₂₁。系统连接如图2所示。

4.2 编程方法

测量时,首先进行手动校准测量,然后

进行程控测量。编程中,采用Lab Windows/CVI调用VISA库函数的方法。程序流程图如图3所示。

4.2.1 建立主控微机与仪器的对话通道并初始化仪器

在应用VISA编程,进行面向仪器的操作之前,首先应打开两种类型的对话通道,即资源管理器对话通道和器件对话通道。由于资源管理器是命令者器件,是其它器件对话通道的管理者。因此,在打开器件对话通道之前,必须先打开资源管理器对话通道。

打开与默认资源管理器对话通道,可使用VISA库函数viOpenDefaultRM(&sesn)。其中,sesn是该函数返回的与默认资源管理器对话的唯一逻辑标识符。打开与指定器件的对话通道,使用VISA库函数viOpen(sesn,rsrcName,accessMode,timeout,vi)。其中,sesn是函数viOpenDefaultRM(&sesn)返回的逻辑标识符,rsrcName是被指定器件的唯一符号名称,由接口名称和器件地址组成,vi是该函数返回的与被指定器件对话的唯一逻辑标识符。在本例中,建立主控微机与HP8720ET的对话通道过程如下:

```
ViSession defaultRM, viHP8720ET;
// 定义变量;
viOpenDefaultRM(&defaultRM); // 打开一个与默认资源管理器的对话通道;
viOpen(defaultRM, "GPIB0::16::INSTR", VI_NULL, VI_NULL, &viHP8720ET); // 建立
```

与HP8720ET的对话通道(其中,HP8720ET网络分析仪的地址为16)。

4.2.2 设置网络分析仪的测量参数并触发测量

设置测量参数和触发测量可使用VISA函数viPrintf(vi,writeFmt,arg1,arg2,...)。其中,vi是器件对话通道的逻辑标识

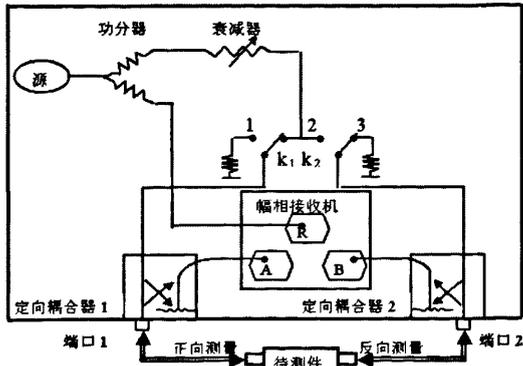


图1 HP8720ET网络分析仪的S参数测试装置简化框图

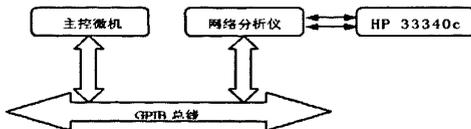


图2 测试系统框图

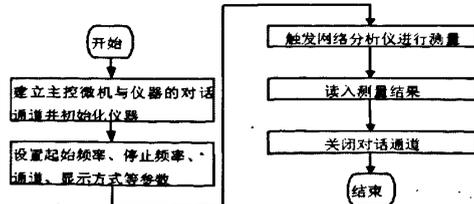


图3 程序流程图

(下转25页)

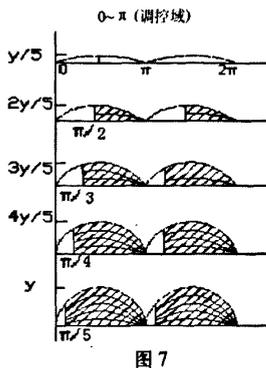


图7

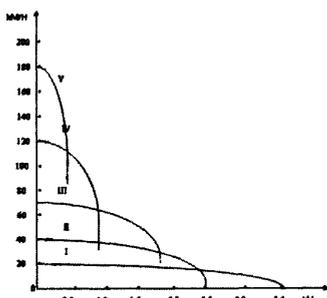


图8

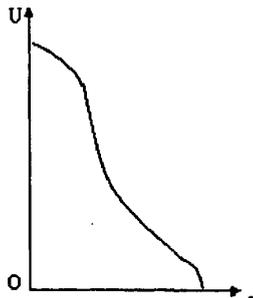


图9

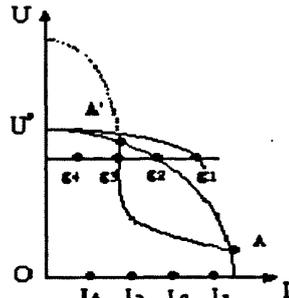


图10

(2) 分级自动定相位控制数学模型(见公式4)及控制波形(见图6)。

$$y_x = \int_0^{\pi} \sin(k\pi - \frac{D\pi}{D+1}x) dx \quad \text{(公式4)}$$

D 将 π 等分, 根据需要分为基控量和可调量

(3) 分级自动变相位控制数学模型(见公式5)及控制波形(见图7)

$$y_x = \int_0^{\pi} \sin(k\pi - \frac{n\pi}{n+1}x) dx \quad \text{(公式5)}$$

式中: n (桥段)=0, 1, 2, ...

(4) 根据需要变相位控制, 因不同相位的电压值是不同的, 还需要进一步精算, 或设计一定的重叠角。

(5) 根据需要设计变压器不等分的分压值和分流值, 配合数模设计, 可以获得更经济更理想的输出功率特性。

4 恒功率概念

因机电动力装置在工作中的力与速度经常变化, 为了适应这种变化, 在设计中就要考虑将一定量的功率尽可能地扩大做功范围, 也就是作用力与速度相互转换的范围。

(1) 汽车发动机的功率一定, 其控制功率变化范围较小, 而为其设计了变速装置就大大地扩大了工作能力范围。如不用变速, 同一辆汽车只能在几十 km/h 的范围行驶, 而采用变速后就能增加到几百 km/h 的变化(见图8)。

(2) 内燃机车受装车发动机和功率的限制, 也要考虑尽量地发挥发动机的做功能力。机械传动是采用变速装置, 电传动机车就采用了对发电机进行恒功率励磁调节, 以获得给电动机提供的是一个近似于双曲线的电源特性曲线(见图9)。根据公式1和公式2, 图9就能够为电动机提供了一个牵引力与牵引速度变化范围较大的条件。

(3) 图8与图9都是恒功率曲线, 因为它们曲线上每一点的功率都是接近的。而电力机车三段半控桥式整流所提供的电源功率图3, 其特性曲线就截然不同。

(4) 一般动力装置在牵引力的设计上是最基本要保证的, 而随着速度的增高, 力不断相应地减小, 也就是将富余的牵引力转化为牵引速度。直流电机在这种优化选择中经过了三级提升(见图10); 并励(g1)→串励(g2)→恒功率(g3)→磁场削弱(g4), 使电传动的速率范围有了十分大的调节能力。如果再将线段 A-g2-A' 与线段 A-g3-A' 所包围的功率放在 A'-U-U' 处, 就可以知道三段半控桥式整流没有利用的功率有多大了。

5 结语

分段半控桥式整流技术曾经代表了一种先进的技术, 而得到广泛的使用, 现在已明显地暴露出其固有的理论缺陷, 同时需要新的理论技术将其向前发展。以上所介绍的恒功

率理论以及相支持的全控桥技术可以做到这一点。

全控桥技术可以避免半控桥技术电压缺失现象的出现。全控桥技术可以避免半控桥技术的功率因数变化区域大的问题。全控桥技术与半控桥技术相比较, 其功率曲线向恒功率曲线靠近, 牵引特性范围增大。全控桥技术可以避免半控桥技术在中高速时的电流自耗。全控桥技术可以避免半控桥技术大量的功率损耗。通过对变压器分段分压分流的设计, 依靠以上分段全控桥式整流技术的支持, 就可以获得近似于恒功率的曲线。全控桥技术不仅适用脉流恒功率动力, 也为交流变频恒功率动力的实现打下了基础。

参考文献

- [1] 电机学. 直流电机和交流电机章.
- [2] 基础物理. 牛顿三定律.
- [3] S S 4 电力机车原理(中国出版)或 S S 系列机车.
- [4] 机车变频传动(法国、瑞典、日本).
- [5] 内燃机车电传动(美国、英国).

(上接23页)

符, writeFmt 和 readFmt 是格式字符串, arg 参数表存放命令或数据。

```
viPrintf(viHP8720ET, "CHAN1, STAR 50.E+6, STOP 200.E+6, S21, LOGM"), // 通道号、起始频率为 50 MHz、停止频率为 200 MHz、测量传输参量 S21、对数幅度显示。
```

```
viPrintf(viHP8720ET, "OPC?, SING"), // 触发测量并等待;
```

4.2.3 读入测量结果

读入测量结果可使用 VISA 库函数 viScanf(vi, readFmt, arg1, arg2, ...)。其中函数参数的意义与函数 viPrintf 相同。

```
viPrintf(viHP8720ET, "FORM3, OUTPFORM"), // 以浮点格式传输结果数据;
```

```
viScanf(viHP8720ET, buf), // 将结果读入缓冲区 buf;
```

4.2.4 关闭对话通道

在各项操作完成后, 应关闭对话通道。VISA 库函数 viClose(vi) 用于关闭指定的对话通道。其中, vi 是对话通道的逻辑标识符。

```
viClose(viHP8720ET), viClose(defaultRM);
```

4.3 软面板的开发

在测试程序的开发中, 编制软面板程序是一项重要的工作。软面板可以提供交互式控制仪器, 它为仪器提供一个替代传统前面板的控制接口。Lab Windows/CVI 的软面板开发支持“所见即所得”的可视化交互技术。利用它的用户界面编辑器设计 GUI 时, 程序开发人员可通过直接在软面板上“沾贴”各种控件(例如, 旋钮、按键及控制器等)的方式生成一个软面板, 还可通过弹出式菜单定义界面对象与程序 C 代码的通信属性和自身属性。使用它的代码

编辑器可自动生成基于 GUI 组件的程序框架。代码编辑器自动为所有控件的回调函数填写代码并创建主程序, 从而在程序启动时加载和显示 GUI 窗体。这样, 代码编辑器把通常是由人工编写的程序框架的工作实现了自动化, 从而节省了许多书与程序代码时间。

5 结语

Lab Windows/CVI 和 VISA 库是开发测试程序的有力工具。网络分析仪是电子测量仪器中操作较为复杂的仪器。运用 VISA 库和 Lab Windows/CVI 对网络分析仪进行程控测量显得十分方便。

参考文献

- [1] 孙续. 自动测试系统与可编程仪器. 电子工业出版社, 1994, 8.

微波射频测试仪器使用操作培训

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,推出多套微波射频以及天线设计培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



微波射频测量仪器操作培训课程合集

搞硬件、做射频,不会仪器操作怎么行!对于射频工程师和硬件工程师来说,日常电路设计调试工作中,经常需要使用各种测试仪器测量各种电信号来发现问题、解决问题。因此,熟悉各种测量仪器原理,正确地使用这些测试仪器,是微波射频工程师和硬件工程师必须具备和掌握的工作技能,该套射频仪器操作培训课程合集就可以帮助您快速熟练掌握矢量网络分析仪、频谱仪、示波器等各种仪器的原理和使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/67.html>

矢量网络分析仪使用操作培训课程套装

矢量网络分析仪是最常用的测试仪器是射频工程师和天线设计工程师最常用的测试仪器;该套培训课程套装是国内最专业、实用和全面的矢量网络分析仪培训教程套装,包括安捷伦科技和罗德施瓦茨公司矢量网络分析仪的 5 套视频培训课程和一本矢网应用指南教材,能够帮助微波、射频工程师快速地熟练掌握矢量网络分析仪使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/34.html>



示波器使用操作培训课程套装

示波器是硬件和射频工程师几乎在每天的工作中都会用到仪器,因此掌握示波器的原理并能够正确使用示波器是所有从事电子硬件电路设计和调试的工程师必须具备的最基本的技能。本站推出的示波器视频培训课程套装既有示波器的基本原理以及示波器性能参数对测量结果影响的讲解,也有安捷伦和泰克多种常用示波器的实际操作讲解,能够帮助您更加深入地理解手边常用的示波器从而更加正确地使用示波器...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/osc/49.html>